

Fuel cell system

Publication number: DE19859543

Publication date: 1999-06-24

Inventor: MASATAKA UENO (JP); KENJI KATO (JP); MUNEHISA Horiguchi (JP); NORIYUKI TAKADA (JP)

Applicant: EQUOS RESEARCH KK (JP)

Classification:

- international: **H01M8/04**; H01M8/04; (IPC1-7): H01M8/04

- European: H01M8/04B4; H01M8/04C2E; H01M8/04F

Application number: DE19981059543 19981222

Priority number(s): JP19970365850 19971222; JP19980067885 19980302; JP19980226100 19980810

Also published as:

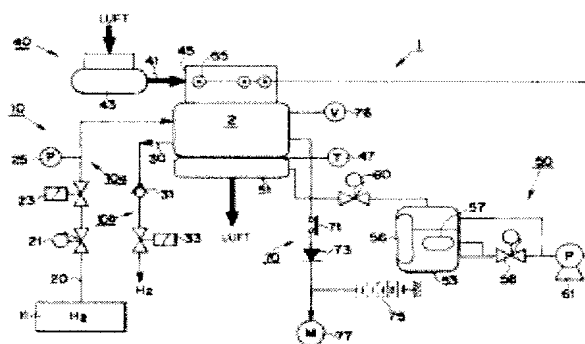


US6294277 (B)
JP11317236 (A)

[Report a data error he](#)

Abstract of DE19859543

A fuel cell system has: one or more fuel cells which each have an anode (4), a cathode (3) and an electrolytic membrane (5) which is located between the anode and cathode; a first gas supply device (10) to supply a gas to the anode that has fuel gas; a second gas supply device (40) to supply a gas to the cathode that has oxygen; supply devices (50) for water to supply water over a surface of the cathode. The system has control devices for the operation of the second gas supply device and the water supply devices so that when the system starts up, the cathode is first exposed to the supply of the second gas, followed by the supply of water.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 198 59 543 A 1

51 Int. Cl.⁶:
H 01 M 8/04

21 Aktenzeichen: 198 59 543.3
22 Anmeldetag: 22. 12. 98
43 Offenlegungstag: 24. 6. 99

DE 198 59 543 A 1

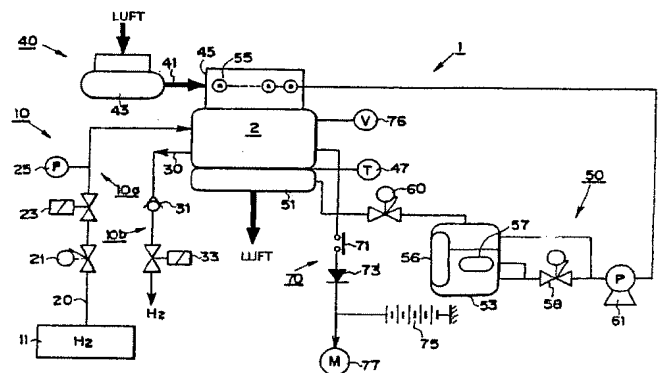
30 Unionspriorität:
9-365850 22. 12. 97 JP
10-67885 02. 03. 98 JP
10-226100 10. 08. 98 JP
71 Anmelder:
Kabushiki Kaisha Equos Research, Tokio/Tokyo, JP
74 Vertreter:
Vossius & Partner GbR, 81675 München

72 Erfinder:
Masataka, Ueno, Hokkaido, JP; Kenji, Kato,
Hokkaido, JP; Munehisa, Horiguchi, Hokkaido, JP;
Noriyuki, Takada, Hokkaido, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Brennstoffzellensystem

57 Brennstoffzellen-Stromerzeugungsvorrichtung (1), die einen Stapel (2) von mehreren Brennstoffzelleneinheiten (U) verwendet, wobei jede eine Struktur aufweist, so daß eine Kathode (3) und eine Anode (4) auf gegenüberliegenden Seiten einer Elektrolytmembran (5) angeordnet sind, weist ein Brennstoffgaszuführsystem (10), das der Anode Brennstoffgas zuführt, ein Luftzuführsystem (40), das der Kathode Luft zuführt, und ein Wasserzuführsystem (50) auf, das der Kathode flüssiges Wasser zuführt. Eine Steuereinheit (151) steuert so, daß, wenn die Vorrichtung anfährt, die Kathode zuerst der Zufuhr von Luft ausgesetzt ist, gefolgt von der Zufuhr von flüssigem Wasser. In einer bevorzugten Ausführungsform wird das Wasserzuführsystem betrieben, um mit Unterbrechungen das flüssige Wasser zur Kathode zu sprühen, wenn die Temperatur des Brennstoffzellenstapels, die von einem Temperatursensor (47) überwacht wird, unter eine vorherbestimmte Temperatur fällt.



DE 198 59 543 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem und insbesondere ein Brennstoffzellensystem, das eine Protonenaustauschmembran als ein Elektrolyt verwendet.

Eine Protonenaustauschmembran-Brennstoffzelle weist eine Protonenaustauschmembran (PEM) zwischen zwei Elektroden auf, das heißt eine Kathode, der ein Oxidationsgas zugeführt wird, und eine Anode, der ein Brennstoffgas zugeführt wird. Die PEM dient als ein Elektrolyt und transportiert dorthindurch an der Anode der Brennstoffzelle erhaltene Wasserstoffionen zur Kathode in der Form von Protonen (H^+). Jede der Elektroden weist eine auf einem porösen Basisglied abgeschiedene Katalysatorschicht auf, durch die das Reaktantgas zugeführt wird. Außerhalb jeder Elektrode ist eine Separator- oder Verbindungsplatte mit Rillen angebracht, die es gestatten, daß das Reaktantgas in die Elektrode mit einer konstanten Durchflußmenge eingebracht wird. Ein überschüssiges Gas, das durch die Brennstoffzellenreaktion nicht verbraucht worden ist, wird durch den gerillten Separator ins Freie abgelassen. Die Elektrizität, die durch die Energieumwandlungsreaktion an der Anode erzeugt wird, wird am porösen Elektrodenbasisglied gesammelt und zum Äußeren des Brennstoffzellensystems durch den Separator transportiert. Bei der tatsächlichen Anwendung weist das System mehrere Brennstoffzellen auf, die in Aufeinanderfolge geschichtet sind, wobei der Separator zwischen benachbarten Brennstoffzellen angeordnet ist.

Da die Brennstoffzelle entsprechend der erzeugten elektrischen Leistung Wärme erzeugt, weist ein Brennstoffzellenstapel 100 üblicherweise zwischen Brennstoffzellen 101, 101 an vorherbestimmten Intervallen Kühlplatten 103 auf, wie in Fig. 9 gezeigt. Jede Kühlplatte weist einen Durchgang eines Kühlmittels, wie Luft und Wasser auf, um eine übermäßige Überhitzung der Brennstoffzellen 101 im Betrieb zu verhindern.

Ein Proton wird hydriert, wenn es durch das PEM-Elektrolyt übertragen wird, so daß die PEM dazu neigt, dehydriert zu werden, wenn die Brennstoffzellenreaktion fortschreitet. Die PEM muß immer richtig befeuchtet werden, um eine Abnahme der Ionenleitfähigkeit und der Energieumwandlungseffizienz zu verhindern. Bei den herkömmlichen Gestaltungen wird Wasserstoffgas durch geeignete Einrichtungen befeuchtet, das wiederum die PEM befeuchtet, wenn es der Anode zugeführt wird.

Verschiedene Versuche sind vorgeschlagen worden, um Luft zu befeuchten, die der Kathode zugeführt werden soll. Da die Kathode der Brennstoffzelle im Betrieb auf zum Beispiel 80°C erwärmt worden ist, sollte die Luft einer normalen Temperatur durch einen Befeuchter vorerwärmt werden, so daß ihr gesättigter Dampf mit der Umgebungsdampfbedingung der Kathode konsistent wird. Ein solcher Befeuchter, der es benötigt, daß er eine Wasserzufuhrfunktion und eine Luftvorerwärmungsfunktion aufweist, kann in seiner Konstruktion nicht einfach sein.

In der ungeprüften japanischen Patentveröffentlichung Nr. 7-14599 ist eine Wassereinspritzdüse vorgesehen, um eine notwendige Wassermenge in eine lufteinbringende Röhre einzuspritzen, durch die der Kathode der PEM-Brennstoffzelle Luft zugeführt wird. Da die Düse stromaufwärts eines Kompressors angeordnet ist, wird aus der Düse eingespritztes flüssiges Wasser verdampft, wenn es Wärme ausgesetzt wird, die durch den Kompressor erzeugt wird. Folglich wird die Kathode durch Dampf und nicht durch flüssiges Wasser befeuchtet.

Im Brennstoffzellensystem der ungeprüften japanischen Patentveröffentlichung Nr. 9-266004 wird ein Abgas von

der Anode, das Wasserstoffgas enthält, das nicht während der anodischen Reaktion verbraucht worden ist, in die Kathode eingebracht, wo das unverbrauchte Wasserstoffgas im Abgas mit Sauerstoff verbrannt wird, um Wasser zu erzeugen, das das PEM-Elektrolyt gut befeuchtet. In diesem System gibt es keinen Bedarf, einen Befeuchter zum Befeuchten von Luft einzubauen, die der Kathode zugeführt werden soll.

Während des Betriebs des Brennstoffzellensystems wird ein Elektron, das an der Anode erzeugt wird, zur Kathode bewegt, wo es mit Sauerstoff in der Luft oder irgendeinem anderen Oxidationsgas reagiert, das dorthin zugeführt wird, um Wasser zu erzeugen. Demzufolge gibt es gemäß der herkömmlichen Kenntnis in der Technik einen größeren Bedarf, Wasserstoffgas zu befeuchten, das der Anode zugeführt werden soll, als an der Kathode, wo Wasser mindestens teilweise selbstunterhaltend sein kann.

Als Ergebnis von wiederholten Versuchen und Untersuchungen der Erfinder ist jedoch herausgefunden worden, daß Wasser, das an der Kathode erzeugt wird, das PEM-Elektrolyt zur Anode hin durchdringt, was es überflüssig macht, Wasserstoffgas zu befeuchten, das der Anode zugeführt werden soll. Andererseits neigt eine Wassermenge des PEM-Elektrolyts an der Kathodenseite dazu, durch Berührung mit dem Luftstrom zur Kathode abzunehmen. Ein solcher Befund steht im Widerspruch zur herkömmlichen Kenntnis und ist durch die gegenwärtigen Erfinder zuerst erkannt worden.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein auf dem oben beschriebenen Befund beruhendes Brennstoffzellensystem bereitzustellen, das fähig ist, eine Protonenaustauschmembran in einem geeigneten Feuchtigkeitszustand zu halten.

Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Brennstoffzellensystem bereitzustellen, das in seiner Konstruktion einfach, klein in seinen Abmessungen, einfach einzubauen und daher insbesondere geeignet ist, an einem Fahrzeug angebracht zu werden.

Es ist noch eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, reibungslos und wirksam eine Elektrolytmembran in einem Brennstoffzellensystem während des Anfahrbetriebs des Systems zu befeuchten.

Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Brennstoffzellensystem bereitgestellt, in dem Wasser der Oberfläche der Kathode nicht in einem Dampfzustand, sondern in einem flüssigen Zustand zugeführt wird. Folglich weist das erfindungsgemäße Brennstoffzellensystem auf: eine oder mehrere Brennstoffzellen, die jeweils eine Anode, eine Kathode und eine Elektrolytmembran, die zwischen der Anode und der Kathode angeordnet ist, aufweisen; erste Gaszufuhreinrichtungen, um ein erstes Gas, das Brennstoffgas enthält, der Anode zuzuführen; zweite Gaszufuhreinrichtungen, um ein zweites Gas, das Sauerstoff enthält, der Kathode zuzuführen; Zufuhreinrichtungen für flüssiges Wasser, um der Oberfläche der Kathode flüssiges Wasser zuzuführen; und Steuereinrichtungen zum Steuern des Betriebs der zweiten Gaszufuhreinrichtungen und der Zufuhreinrichtungen für flüssiges Wasser, so daß, wenn das System anfährt, die Kathode zuerst der Zufuhr des zweiten Gases ausgesetzt wird, gefolgt von der Zufuhr des flüssigen Wassers. Flüssiges Wasser, das auf die Oberfläche der Kathode zugeführt wird, kann bevorzugt latente Wärme aus der Luft um die Kathode entziehen, um eine Wasserverdampfung von der Elektrolytmembran zu verhindern, die daher in einem geeigneten und gleichmäßigen Feuchtigkeitszustand bleibt. Dies trägt zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit und Haltbarkeit des Brennstoffzellensystems bei. Die Zufuhr des flüssigen Wassers ist auch wirksam, um die Ka-

thode zu kühlen, die sonst auf eine übermäßige Temperatur überhitzt werden würde, was bedeutet, daß die Temperatur der Brennstoffzelle der vorliegenden Erfindung gesteuert werden kann, ohne das Bedürfnis, Kühlplatten zu verwenden.

Gemäß dem obigen Aspekt der vorliegenden Erfindung können die Zuführeinrichtungen für flüssiges Wasser das flüssige Wasser während des Anfahrbetriebs des Systems kontinuierlich zuführen. In einer modifizierten Arbeitsweise führen die Zuführeinrichtungen für flüssiges Wasser das flüssige Wasser für eine vorherbestimmten Periode während des Anfahrbetriebs des Systems zu. Folglich könnte die Elektrolytmembran, die zu getrocknet worden sein kann, um ihre ursprüngliche Leistung nach einem langen Zeitintervall nach dem letzten Betrieb des Brennstoffzellensystems bereitzustellen, ohne weiteres befeuchtet werden. Das flüssige Wasser, das durch die Zuführeinrichtungen für flüssiges Wasser zugeführt wird, wird gut auf der Oberfläche der Kathode durch den Strom des ersten Gases, wie Luft, dispergiert, das schon durch die zweiten Gaszuführeinrichtungen zugeführt worden ist.

Gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Brennstoffzellensystem bereitgestellt, das aufweist: eine oder mehrere Brennstoffzellen, die jeweils eine Anode, eine Kathode und eine Elektrolytmembran, die zwischen der Anode und der Kathode angeordnet ist, aufweisen; erste Gaszuführeinrichtungen, um ein erstes Gas, das Brennstoffgas enthält, der Anode zuzuführen; zweite Gaszuführeinrichtungen, um ein zweites Gas, das Sauerstoff enthält, der Kathode zuzuführen; Zuführeinrichtungen für flüssiges Wasser, um der Oberfläche der Kathode flüssiges Wasser zuzuführen; Sensoreinrichtungen, um mindestens, wenn das System anfährt, die Wasserzuführleistung der Zuführeinrichtungen für flüssiges Wasser zu ermitteln; und Steuereinrichtungen zum Aussetzen oder Unterbrechen des Betriebs des Systems, wenn die Sensoreinrichtungen ermitteln, daß die Wasserzuführleistung der Zuführeinrichtungen für flüssiges Wasser unter einen vorherbestimmten minimalen Pegel vermindert wird. In einer bevorzugten Ausführungsform weisen die Zuführeinrichtungen für flüssiges Wasser einen Wassertank auf, weisen die Sensoreinrichtungen einen Wasserstandsensor auf, der einen Wasserstand im Wassertank ermittelt, und setzen die Steuereinrichtungen den Systembetrieb aus oder unterbrechen ihn, wenn der Wasserstand im Wassertank, der durch den Wasserstandsensor ermittelt wird, unter einen vorherbestimmten minimalen Wasserstand vermindert wird. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform geben, wenn festgestellt wird, daß die Wasserzuführleistung der Zuführeinrichtungen für flüssiges Wasser sich unter einem vorherbestimmten minimalen Pegel befindet, die Steuereinrichtungen ein Signal an Alarmeinrichtungen ab, die irgendein sichtbares oder hörbares Alarmzeichen ausgeben, um einen Bediener des System zu drängen, flüssiges Wasser in den Zuführeinrichtungen für flüssiges Wasser nachzufüllen.

Gemäß noch einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Brennstoffzellensystem bereitgestellt, das aufweist: eine oder mehrere Brennstoffzellen, die jeweils eine Anode, eine Kathode und eine Elektrolytmembran, die zwischen der Anode und der Kathode angeordnet ist, aufweisen; Brennstoffgaszuführeinrichtungen, um ein Brennstoffgas der Anode zuzuführen; Brennstoffgasablaßeinrichtungen zum Ablassen des Brennstoffgases von der Anode; und Steuereinrichtungen zum Steuern der Brennstoffgaszuführeinrichtungen und Brennstoffgasablaßeinrichtungen, so daß, wenn das System anfährt, die Brennstoffgasablaßeinrichtungen für eine vorherbestimmte Periode geöffnet und dann geschlossen werden. Die Gaszuführeinrichtungen star-

ten die kontinuierliche Zufuhr des Brennstoffgases nach dem Öffnen der Brennstoffgasablaßeinrichtungen. Wenn die Brennstoffgaszuführeinrichtungen einen Tank aus einer wasserstoffspeichernden Legierung, wie LaNi_5 , TiFe , ZrMn_2 , Mg_2Ni aufweisen, die Wasserstoffgas erzeugt, wenn sie erwärmt wird, überschreitet der maximale innere Druck im Tank eine Druckfestigkeitskapazität der Brennstoffzelle. Unter diesem Gesichtspunkt weist ein Brennstoffgaszuführdurchgang vom Tank der wasserstoffspeichernden Legierung zur Anode der Brennstoffzelle ein Ventil auf, das gesteuert geöffnet wird, um den Wasserstoffgasdruck zu vermindern. Jedoch könnte, wenn der Tank zuerst geöffnet wird, unabhängig vom Betrieb des Ventils, ein außerordentlich hoher Druck auf die Brennstoffzelle ausgeübt werden, der eine ernsthafte Beschädigung der Elektrolytmembran verursachen kann. Dies wird durch den obigen Aspekt der vorliegenden Erfindung verhindert, in dem selbst wenn ein außerordentlich hoher Druck auf die Brennstoffzelle zu der Zeit ausgeübt wird, wenn der Tank zuerst geöffnet wird, er reibungslos durch die Brennstoffgasablaßeinrichtungen ins Freie abgelassen wird.

Im obigen Aspekt der vorliegenden Erfindung ist es zu bevorzugen, Zuführeinrichtungen für flüssiges Wasser vorzusehen, um der Oberfläche der Kathode flüssiges Wasser zuzuführen, die durch die Steuereinrichtungen gesteuert werden, um die Zufuhr des flüssigen Wassers auf die Oberfläche der Kathode vor dem Öffnen der Brennstoffgasablaßeinrichtungen zu starten.

Gemäß noch einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Brennstoffzellensystem bereitgestellt, das aufweist:

eine oder mehrere Brennstoffzellen, die jeweils eine Anode, eine Kathode und eine Elektrolytmembran, die zwischen der Anode und der Kathode angeordnet ist, aufweisen; erste Gaszuführeinrichtungen, um ein erstes Gas, das Brennstoffgas enthält, der Anode zuzuführen; zweite Gaszuführeinrichtungen, um der Kathode ein zweites Gas, das Sauerstoff enthält, zuzuführen; Zuführeinrichtungen für flüssiges Wasser, um der Oberfläche der Kathode flüssiges Wasser zuzuführen; Sensoreinrichtungen zum Ermitteln einer Temperatur eines Gases, das aus den Brennstoffzellen abgelassen wird; und Steuereinrichtungen, die auf die Ermittlung durch die Sensoreinrichtungen ansprechen, um den Betrieb der Zuführeinrichtungen für flüssiges Wasser so zu steuern, daß das flüssige Wasser der Oberfläche der Kathode nur dann zugeführt wird, wenn die Sensoreinrichtungen ermitteln, daß das Abgas aus den Brennstoffzellen eine Temperatur aufweist, die unter einer ersten vorherbestimmten Temperatur liegt, während das System in Betrieb ist. Dies minimiert die Energieaufnahme durch die Zuführeinrichtungen für flüssiges Wasser und verbessert den energetischen Wirkungsgrad im gesamten Brennstoffzellensystem. In einer bevorzugten Ausführungsform, arbeiten die Zuführeinrichtungen für flüssiges Wasser, um kontinuierlich der Oberfläche der Kathode das flüssige Wasser zuzuführen, wenn die Sensoreinrichtungen ermitteln, daß das Abgas aus den Brennstoffzellen eine Temperatur aufweist, die über der ersten vorherbestimmten Temperatur, aber noch unter einer zweiten vorherbestimmten Temperatur liegt. In einer bevorzugteren Ausführungsform unterbrechen die Steuereinrichtungen den Betrieb des Systems, wenn die Sensoreinrichtungen ermitteln, daß das Abgas aus den Brennstoffzellen eine Temperatur aufweist, die über der zweiten vorherbestimmten Temperatur liegt.

Gemäß noch einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Brennstoffzellensystem bereitgestellt, das aufweist:

eine oder mehrere Brennstoffzellen, die jeweils eine Anode,

eine Kathode und eine Elektrolytmembran, die zwischen der Anode und der Kathode angeordnet ist, einschließlich einem Brennstoffgasdurchgang, der sich durch die Anode erstreckt, aufweisen; Brennstoffgaszuführeinrichtungen, um dem Brennstoffgasdurchgang ein Brennstoffgas zuzuführen; Unterbrechungseinrichtungen zum Schließen des Brennstoffgasdurchganges, während er mit dem Brennstoffgas gefüllt ist, das durch die Brennstoffgaszuführeinrichtungen zugeführt wird; und Druckverlustsensoreinrichtungen zum Ermitteln eines Druckverlustes im Brennstoffgasdurchgang. Dieser Aspekt der vorliegenden Erfindung beruht auf dem Befund, daß es eine Neigung zu einer Brennstoffgasleckage durch die Elektrolytmembran gibt, wenn sie sich mit der Zeit verschlechtert. Folglich kann, wenn ein übermäßiger Grad eines Druckverlustes im Brennstoffgasdurchgang durch die Sensoreinrichtungen ermittelt wird, gefolgert werden, daß sich die Elektrolytmembran verschlechtert hat und durch eine frische ersetzt werden sollte.

In einer bevorzugten Arbeitsweise ist der Ausgang der Brennstoffzellen mit einer äußeren Last verbunden, wenn die Ausgangsspannung, die durch Ausgangsspannungssensoreinrichtungen ermittelt wird, vorherbestimmte Bedingungen befriedigt. Dies verhindert, daß eine übermäßige Last an die Brennstoffzellen angelegt wird, und verhindert daher eine Verschlechterung der Brennstoffzellen und eine Beschädigung der Elektrolytmembran. Es ist vorzuziehen, daß die vorherbestimmten Bedingungen nicht nur die Gesamtausgangsspannung des Brennstoffzellenstapels, sondern auch die Ausgangsspannung einer Brennstoffzelle einer einzelnen Einheit oder eines Paares oder einer Reihe von Brennstoffzellen einschließen. Beispielsweise werden die Brennstoffzellen angeschlossen, wenn die Ausgangsspannung einer Brennstoffzelle einer einzelnen Einheit oder einer vorherbestimmten Reihe von Brennstoffzellen einen ersten vorherbestimmten Pegel erreichen (8V zum Beispiel) und die Gesamtausgangsspannung des Brennstoffzellenstapels einen zweiten vorherbestimmten Pegel erreicht (38V zum Beispiel).

Gemäß noch einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Brennstoffzellensystem bereitgestellt, das aufweist:

eine oder mehrere Brennstoffzellen, die jeweils eine Anode, eine Kathode und eine Elektrolytmembran, die zwischen der Anode und der Kathode angeordnet ist, aufweisen; Brennstoffgaszuführeinrichtungen, um der Anode ein Brennstoffgas zuzuführen; Brennstoffgasablaßeinrichtungen zum Ablassen des Brennstoffgases von der Anode; und Abstellsteuereinrichtungen, um eine Leistungsabgabe aus den Brennstoffzellen zu unterbrechen, dann die Brennstoffgaszuführeinrichtungen zu schließen und dann die Brennstoffgasablaßeinrichtungen zu schließen. Dies minimiert eine Menge des Brennstoffgases, die noch übrig bleibt, nachdem der Brennstoffzellenbetrieb ausgesetzt wird und verhindert eine übermäßige Brennstoffzellennachreaktion, die die Brennstoffzellen verschlechtern kann. In noch einer bevorzugten Arbeitsweise wird die Zufuhr von Luft und Wasser zur Kathode unterbrochen, nachdem die Brennstoffgasablaßeinrichtungen geschlossen werden, was eine Wärmeerzeugung durch die Brennstoffzellennachreaktion unterdrückt.

Gemäß noch einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Brennstoffzellensystem bereitgestellt, das aufweist:

eine oder mehrere Brennstoffzellen, die jeweils eine Anode, eine Kathode und eine Elektrolytmembran, die zwischen der Anode und der Kathode angeordnet ist, aufweisen; erste Gaszuführeinrichtungen, um ein erstes Gas, das Brennstoffgas enthält, der Anode zuzuführen; Brennstoffgasablaßeinrichtungen zum Ablassen des Brennstoffgases von der An-

ode; zweite Gaszuführeinrichtungen, um der Kathode ein zweites Gas, das Sauerstoff enthält, zuzuführen; Zuführeinrichtungen für flüssiges Wasser, um der Oberfläche der Kathode flüssiges Wasser zuzuführen; und Steuereinrichtungen zum Steuern des Betriebs des Systems, so daß, wenn das System abgestellt werden soll, die erste Gaszuführeinrichtungen, dann die Brennstoffgasablaßeinrichtungen und dann die Zuführeinrichtungen für flüssiges Wasser in dieser Reihenfolge abgestellt werden.

Die vorhergehenden und weiteren Aufgaben und Merkmale der vorliegenden Erfindung können aus der folgenden Beschreibung hervorgehen, wenn sie in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen gelesen wird. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht, die in Form eines Diagramms die Struktur einer Brennstoffzellen-Stromerzeugungsvorrichtung zeigt, die die vorliegende Erfindung ausführt;

Fig. 2 eine schematische Ansicht, die eine einzelne Brennstoffzellenstruktur in der in Fig. 1 gezeigten Vorrichtung zeigt;

Fig. 3 eine schematische Ansicht, die den Brennstoffzellenstapel zeigt, der mehrere einzelne Brennstoffzellen enthält, die jeweils die Struktur der Fig. 2 aufweisen;

Fig. 4 ein Blockdiagramm, das ein Steuersystem der Vorrichtung der Fig. 1 zeigt;

Fig. 5 einen Ablaufplan, der die Anfahrsteueroperation der in Fig. 1 gezeigten Vorrichtung zeigt;

Fig. 6 einen Ablaufplan, der den Normalsteuerbetrieb der Vorrichtung der Fig. 1 zeigt; und

Fig. 7 einen Ablaufplan, der die Abstellsteueroperation der Vorrichtung der Fig. 1 zeigt.

Fig. 1 zeigt in Form eines Diagramms die Struktur einer Brennstoffzellen-Stromerzeugungsvorrichtung 1 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die im allgemeinen einen Protonenaustauschelektrolyt-Brennstoffzellenstapel 2, ein Brennstoffgaszuführsystem 10, ein Luftzuführsystem 40 und ein Leistungsabgabesystem 70 aufweist.

Der Brennstoffzellenstapel 2 weist mehrere Einzelbrennstoffzelleneinheiten U auf, die in Reihe geschaltet sind. Gezeigt in Fig. 2 wird eine Struktur einer Einzelbrennstoffzelleneinheit U, die wie in der Technik bekannt ist, eine Luftporelektrode oder Kathode 3, eine Brennstoffelektrode oder Anode 4, eine dazwischen angeordnete Elektrolytmembran 5 aufweisen. Separatoren 6, 7, die auf beiden Seiten der Kathode 3 bzw. der Anode 4 vorgesehen sind, trennen die benachbarten Brennstoffzelleneinheiten. Obwohl die Einzelbrennstoffzelleneinheiten U mehrere und unterschiedliche Strukturen aufweisen können, weist im Beispiel der Fig. 2 der Separator 6 mehrere sich longitudinal erstreckende Luftstromdurchgänge 8 auf, die Luft in Kontakt mit der Kathode 3 dort hindurch strömen lassen, wohingegen der Separator 7 mehrere sich quer erstreckende Wasserstoffgasstromdurchgänge 9 aufweist, die Luft in Kontakt mit der Anode 4 dort hindurch strömen lassen. Im Stapel 2 dieses Beispiels sind mehrere Brennstoffzelleneinheiten U in Reihe gekoppelt, wie in Fig. 3 gezeigt, um eine Brennstoffzellengruppe G1-G5 zu bilden, deren Ausgangsleistungsmenge durch einen Spannungsmesser 761-765 ermittelt wird. Die Gesamtausgangsspannung vom Stapel 2 wird durch einen Spannungsmesser 76 ermittelt.

Das Brennstoffgaszuführsystem 10 weist ein Brennstoffgaseinlaßsystem 10a und ein Brennstoffgasauslaßsystem 10b auf. Das Brennstoffgaseinlaßsystem 10a weist eine wasserstoffadsorbierende Legierung 11 und einen Wasserstoffgaseinlaßdurchgang 20 auf, durch den von der wasserstoffadsorbierenden Legierung 11 verströmtes Wasserstoffgas den Wasserstoffgasstromdurchgängen 9 an den Anoden 4 je-

weiliger Brennstoffzelleneinheiten U im Stapel 2 zugeführt wird. Der Durchgang 20 weist ein Drucksteuerventil 21, das gesteuert wird, um den Druck des Wasserstoffgases aus der wasserstoffadsorbierenden Legierung 11 zu regulieren und zu vermindern, ein elektromagnetisches Ventil 23; das gesteuert wird, um den Durchgang 20 zu öffnen und zu schließen, und einen Drucksensor wohlbekannter Konstruktion auf, der den Druck des Wasserstoffgases ermittelt, das nun den Anoden 4 im Stapel 2 zugeführt werden soll.

Das Brennstoffgaszuführsystem 10 weist einen Wasserstoffgasablaßdurchgang 30 mit einem Rückschlagventil 31 und einem elektromagnetischen Ventil 33 auf. Das Rückschlagventil 31 erlaubt einen Einweggasstrom in Durchgang 30 und verhindert ein Eindringen atmosphärischer Luft zu den Anoden 4 im Stapel 2. Wasserstoffgas, das nicht verbraucht worden ist und an den Anoden 4 in Stapel 2 verbleibt, wird durch den Durchgang 30 ins Freie abgelassen. Das elektromagnetische Ventil 33 wird mit Unterbrechungen betrieben, um Wasser abzulassen, das durch eine Reaktion oder Verbrennung, die in einem ebenfalls im Durchgang 30 angebrachten katalytischen Vergasungsbrenner stattfindet, obwohl in Fig. 1 nicht gezeigt, zwischen dem Wasserstoffgas, das durch den Durchgang 30 von den Anoden 4 abgelassen wird, und der Luft erzeugt wird, die aus der Atmosphäre eingebracht werden soll.

Das Luftzuführsystem 40 bringt die atmosphärische Luft in den Luftstromdurchgang 8 an den Kathoden 3 der jeweiligen Brennstoffzelleneinheiten U in Stapel 2 ein, und läßt dann die Luft vom Stapel 2 durch den Kondensator 51, wo Wasser von der abgelassenen Luft getrennt wird, ins Freie ab. Das System 40 weist einen Luftzuführdurchgang 41 mit einem Gebläse 43 auf, durch das die atmosphärische Luft einem über dem Stapel 2 angebrachten Lufteinlaßverteiler zugeführt wird, die dann durch den Luftstromdurchgang 8 strömt. In dieser Ausführungsform sind eine oder mehrere Düsen 55 an einer oder beiden Seitenwänden des Lufteinlaßverteilers 45 angebracht, um flüssiges Wasser in die Luft zu sprühen, die durch Verteiler 45 strömt. Der größte Teil des gesprühten Wassers erreicht den Kondensator 51 noch im flüssigen Zustand, jedoch verdampft, während es durch den Stapel 2 strömt, ein Teil davon, der vom Kondensator 51 kondensiert wird, um flüssiges Wasser zu sammeln. Die Abblauluft von der Kathode 3 kann durch die Brennstoffzellenreaktion in Stapel 2 erzeugten Dampf enthalten, der ebenfalls vom Kondensator 51 behandelt wird, um flüssiges Wasser zu sammeln. In dieser Ausführungsform weist der Kondensator 51 einen bekannten Wärmetauscher und ein Kühlgebläse auf (beide nicht gezeigt), kann jedoch jede Gestaltung aufweisen. Die Temperatur des Abflusses vom Stapel 2, die gleich der Stapeltemperatur sein sollte, wird durch einen Temperatursensor 47 überwacht.

Das Wasserzuführsystem 50 ist ein im wesentlichen geschlossenes System, in dem Wasser in einem Tank 53 dem Lufteinlaßverteiler 45 durch die Düsen 55 und Rücklaufwasser von Kondensator 51 dem Tank 53 zugeführt wird. Ein Wasserstand im Tank 53 wird ständig durch einen Wasserstandsensor 56, zum Beispiel eines Schwimmtyps, überwacht. Um ein Gefrieren des Wasser im Tank 53 zu vermeiden, sind eine Heizung 57 und ein elektromagnetisches Ventil 58 angebracht. Ein weiteres elektromagnetisches Ventil 60 ist an einer Leitung angebracht, die zwischen dem Kondensator 51 und den Tank 53 geschaltet ist, um eine Verdampfung des Wassers im Tank 53 zu vermeiden.

Wasser im Tank 53 wird von einer Pumpe 61 hochgepumpt und den Düsen 55 zugeführt, die kontinuierlich oder mit Unterbrechungen Wasser auf die Oberflächen der Kathoden 3 im Stapel 2 sprühen. Das gesprühte Wasser wird vorzugsweise der Kathode 3 latente Wärme entziehen und

folglich eine Wasserverdampfung oder Dehydratation der Elektrolytmembran 5 verhindern, die in einem richtigen Feuchtigkeitszustand bleibt. Das gesprühte Wasser wird auch die Kathode 3 kühlen, um die Temperatur des Stapels 2 automatisch zu steuern. Es ist kein zusätzliches Kühlmittel erforderlich.

Das Leistungsabgabesystem 70 erhält die Ausgangsleistung vom Stapel 2, um einen Motor 77 zu betreiben. Das Leistungsabgabesystem 70 weist ein Schaltrelais 71, eine Batterie 75 und eine Gleichrichterdiode 73 zwischen dem Relais 71 und der Batterie 75 auf. Die Batterie 75 ist als eine Hilfsstromquelle vorgesehen, die dem Motor 77 Strom zuführt, wenn der Stapel 2 während des Fahrens eines Fahrzeugs ausfällt. Wenn der Motor 77 nur durch die Batterie 75 betrieben wird, wird es dem Fahrer durch irgendeine sichtbare oder hörbare Informationseinrichtung wie einer (nicht gezeigten) Anzeige bekannt gegeben. In einer bevorzugten Ausführungsform, zeigt die Anzeige auch die verbleibende Batterieleistung an.

Fig. 4 zeigt ein Steuersystem 150 der Vorrichtung 1, in der den jeweiligen Bestandteilen dieselbe Nummer wie in Fig. 1 gezeigt zugeordnet wird. Eine Steuereinheit 151 weist eine CPU 153 und einen Speicher 155 auf. Die CPU 153 ist mit den jeweiligen Bestandteilen durch (nicht gezeigte) Schnittstellen verbunden und steuert deren Betrieb gemäß Steuerprogrammen im Speicher 155, um die folgende Steuerooperation durchzuführen.

Nun speziell auf den Ablaufplan der Fig. 5 bezugnehmend, der die Anfahrsteuerooperation der Vorrichtung 1 zeigt, wird, wenn die Vorrichtung 1 angefahren werden soll, zuerst das Gebläse 43 betrieben, um zu beginnen, dem Lufteinlaßverteiler 45 bei S11 Luft zuzuführen. Danach wird bei S12 diskriminiert, ob der gegenwärtige Wasserstand im Tank 53, der durch den Sensor 56 überwacht wird, höher als ein vorherbestimmter Pegel ist, der 10% des maximalen Fassungsvermögens des Tanks 53 betragen kann. Wenn der gegenwärtige Wasserstand sich unter dem vorherbestimmten Stand befindet, wird die Anfahrsteuerooperation beendet und die Abstellsteuerooperation beginnt mit dem Ablaufplan der Fig. 7, die später beschrieben werden soll. Eine Alarmlampe 160 wird erleuchtet, um auf eine Wasserergänzung in den Tank 53 zu drängen.

Wenn der Tank 53 eine ausreichende Wassermenge aufweist, rückt die Prozedur zu S13 vor, wo die Pumpe 61 über 10 Sekunden betrieben wird, um die Düsen 55 Wasser in den Lufteinlaßverteiler 45 spritzen zu lassen. Wie vorhergehend beschrieben, erhält das gesprühte Wasser einen richtigen Feuchtigkeitszustand der Elektrolytmembran 5. Folglich ist es möglich, eine Beschädigung der Elektrolytmembran 5 zu verhindern, die durch Reaktion oder Verbrennung stattfinden könnte, wenn Wasserstoffgas der Anode 4 zugeführt wird.

Wenn sich die Vorrichtung 1 während einer langen Zeitspanne im Stillstand befunden hat, könnte eine gewisse Luftmenge in der Kathode 3 durch die Elektrolytmembran zur Anode 4 hindurchdringen und dann in den Durchgang 9 strömen, die durch Wasserstoffgas ersetzt werden sollte. Eine solche Sicherheitsoperation wird durch S14-S17 ausgeführt, so daß die Wasserstoffgasstromdurchgänge 9 in den jeweiligen Anoden 4 des Stapels 2 ganz mit Wasserstoffgas gefüllt sind. Insbesondere wird das Wasserstoffgasablaßventil 33 bei S14 geöffnet und wird unmittelbar danach das elektromagnetische Ventil 23 bei S15 geöffnet. Da das Ventil 33 schon geöffnet worden ist, wenn das Wasserstoffgas durch das Ventil 23 zugeführt wird, kann ein momentaner Gasdruck im Wasserstoffgaszuführsystem 10 ins Freie abgelassen werden, um eine Beschädigung der Elektrolytmembran 5 zu verhindern. Das Ventil 33 bleibt für 3 Sekunden

den geöffnet, während derer das Ventil 23 geöffnet wird, und dann bei S16 geschlossen wird. Das Ventil 23 bleibt für 5 Sekunden geöffnet und wird dann bei S17 geschlossen. Durch S14-S17 kann jede Luft nicht nur aus den Durchgängen 9 im Stapel 2, sondern auch aus dem Wasserstoffgaseinlaßsystem 10a abgeführt werden.

Unmittelbar nach dem Öffnen des Ventils bei S17, wird der Druck des Wasserstoffgases im Einlaßsystem 10a durch den Sensor 25 bei S18 ermittelt. Wenn der ermittelte Druck nicht innerhalb eines vorherbestimmten Bereichs liegt, zum Beispiel 20-90 kPa (Nein bei S18), wird die Anfahrschleife beendet und die Abstellsteueroperation beginnt mit dem Ablaufplan der Fig. 7, die später beschrieben werden soll, und eine Alarmlampe 160 wird erleuchtet, um auf eine Inspektion und Reparatur des Wasserstoffgaseinlaßsystems 10a zu drängen.

Im Normalsteuerbetrieb wird Wasserstoffgas, das dem Stapel 2 zugeführt werden soll, so durch das Drucksteuerventil 21 reguliert, daß es einen Druck von 50-60 kPa aufweist. Wenn der ermittelte Druck bei S18 unter 20 kPa liegt, gibt es eine Wahrscheinlichkeit einer Leckage des Wasserstoffgases infolge einer ungenügenden Abdichtung an irgendeiner Stelle im Wasserstoffgaseinlaßsystem 10a. Wenn der bei S18 ermittelte Druck 90 kPa überschreitet, gibt es eine Wahrscheinlichkeit einer Fehlfunktion des Drucksteuerventils 21. Die Elektrolytmembran 5 kann eine ernsthafte Beschädigung erleiden, wenn das Wasserstoffgas eines Druckes, der 90 kPa überschreitet, dem Stapel 2 zugeführt werden sollte.

Ein Vergleich des ermittelten Gasdruckes mit dem Referenzdruckbereich bei S18 wird in einem vorherbestimmten Intervall (zum Beispiel 100 ms) als Reaktion auf eine Taktfrequenz der Steuereinheit 151 durchgeführt. In der Praxis wird ein "Nein"-Ergebnis bei S18 diskriminiert, wenn drei aufeinanderfolgende Vergleiche zur selben Ermittlung eines außerordentlich niedrigen oder hohen Wasserstoffgasdruckes führen, um jedes Rauschen im elektrischen Signal vom Sensor 25 auszuschließen. Obwohl nicht speziell beschrieben, können die folgenden Diskriminierungsschritte eine gewisse Gegenmaßnahme gegen den Einfluß von Rauschen einschließen.

Es wartet 10 Sekunden nach dem Öffnen des Ventils 23 bei S19 und vergleicht den ermittelten Druck bei S20 mit 10 kPa. Da das der Anode 4 zugeführte Wasserstoffgas durch Reaktion mit Sauerstoff in der Luft verbraucht wird, die der Kathode 3 zugeführt wird, besteht eine Neigung, daß der Partialdruck des Wasserstoffs im Wasserstoffgaseinlaßsystem 10a mit der Zeit abnimmt. Wenn jedoch der Druck schnell auf unter 10 kPa in 10 Sekunden fällt, gibt es eine Wahrscheinlichkeit einer Gasleckage infolge einer Verschlechterung der Elektrolytmembran 5. Wenn das bei S20 diskriminiert wird, wird die Vorrichtung 1 zwangsweise gemäß dem Ablaufplan der Fig. 7 abgestellt, die später beschrieben werden soll, und die Alarmlampe 160 wird erleuchtet. Eine Gasleckage von einer anderen Stelle ist bei S18 ermittelt worden, falls vorhanden.

Wenn keine Gasleckage durch die Membran 5 ermittelt wird (Nein bei S20), rückt die Prozedur zu S21 vor, wo das Einlaßventil 23 erneut geöffnet wird. Während das Einlaßventil 23 in seinem geöffneten Zustand gehalten wird, wird das Ablaßventil 33 so gesteuert, daß es für 1 Sekunde geöffnet wird, gefolgt von Schließen für 2 Sekunden, was über 60 Sekunden bei S22 wiederholt wird. Während einer solchen Operation wird bei S23 diskriminiert, ob die Ausgangsspannung vom Stapel 2 erste vorherbestimmte Ausgangsleistungsbedingungen erfüllt. Wenn die ersten vorherbestimmten Ausgangsleistungsbedingungen erfüllt worden sind, rückt die Prozedur zum Normalbetrieb gemäß dem Ablauf-

plan der Fig. 6 vor. Wenn nicht, wird die Vorrichtung 1 gemäß dem Ablaufplan der Fig. 7, die später beschrieben werden soll, außer Betrieb gesetzt, und die Alarmlampe 160 wird erleuchtet.

Die ersten vorherbestimmten Ausgangsleistungsbedingungen können zum Beispiel wie folgt aufweisen:

- (1) Ausgangsspannung aus dem Stapel 2 > erste vorherbestimmte Spannung; und
- (2) jede Ausgangsspannung aus der Brennstoffzellengruppe G1-G5 > zweite vorherbestimmte Spannung. Wenn beide Bedingungen (1) und (2) erfüllt sind, erzeugt die Diskriminierung bei S23 ein "Ja"-Ergebnis, das die Vorrichtung 1 gemäß dem Normalbetrieb-Ablaufplan der Fig. 6 arbeiten läßt. Wenn eine oder beide der Bedingungen (1) und (2) nicht erfüllt werden, erzeugt sie ein "Nein"-Ergebnis, um die Vorrichtung 1 gemäß dem Abstellsteueroperation-Ablaufplan der Fig. 7 abzustellen.

Der Normalbetrieb wird gemäß dem Ablaufplan der Fig. 6 durchgeführt, der mit S31 startet, wo das Relais 71 eingeschaltet wird, um die Ausgangsspannung vom Stapel 2 mit dem Motor 77 zu verbinden. Die Ausgangsspannung wird zu dieser Zeit durch den Spannungsmesser 76 ermittelt und mit der Referenzspannung von Beispiel 35V bei S32 verglichen. Wenn die ermittelte Ausgangsspannung unter 35V liegt (Nein bei S32), was bedeutet, daß eine ausreichende Leistung, um den Motor 77 zu betreiben, noch nicht erhalten worden ist, wird die Vorrichtung 1 gemäß dem Abstelloperation-Ablaufplan der Fig. 7 abgestellt, und die Alarmlampe 160 wird erleuchtet. Wenn die ermittelte Ausgangsspannung größer als 35V ist (Ja bei S32), wird das Wasserstoffgasablaßventil 33 für 2 Sekunden geöffnet, und dann für 58 Sekunden bei S33-S37 geschlossen, gefolgt dann durch die Diskriminierung bei S38. Wenn die Diskriminierung bei S38 kein "Ja"-Ergebnis erzeugt, wird die Operation durch S33-S37 wiederholt, so daß das Brennstoffgasauslaßsystem 10b für 2 Sekunden in jeder 1 Minute geöffnet wird.

Bei S38 wird die Ausgangsspannung vom Stapel 2, die ermittelt wird, wenn das Ablaßventil 33 bei S36 geöffnet wird, mit zweiten vorherbestimmten Ausgangsleistungsbedingungen verglichen, die in dieser Ausführungsform durch die folgende Ungleichung repräsentiert werden:

jede Ausgangsspannung von der Brennstoffzellengruppe G1-G5 > dritte vorherbestimmte Spannung.

Wenn alle Ausgangsspannungen von den Gruppen G1-G5 die dritte vorherbestimmte Spannung überschreiten, wird diskriminiert, daß die Ausgangsspannung die zweiten vorherbestimmten Ausgangsleistungsbedingungen erfüllen (Ja bei S38), um den Normalbetrieb des Ablaufplans der Fig. 6 fortzusetzen. Wenn mindestens eine der Ausgangsspannungen von den Gruppen G1-G5 die dritte vorherbestimmte Spannung nicht erreichen, ist das Ergebnis der Diskriminierung bei S38 Nein, um den Betrieb der Vorrichtung 1 abzustellen.

Die Operation durch S39-S41 diskriminiert, ob eine ausreichende Menge-Wasserstoffgas dem Wasserstoffgaseinlaßsystem 10a zugeführt worden ist, was im wesentlichen dieselbe wie die Operation durch S16-S18 des Ablaufplans der Fig. 5 ist, deren Beschreibung hierin als Verweis enthalten ist.

Bei S42 wird diskriminiert, ob die Ablaßgastemperatur unter 50°C liegt. Wenn die Ablaßgastemperatur, die im wesentlichen gleich der Stapeltemperatur ist, unter 50°C bleibt, wird die Operation durch S43-S46 wiederholt, bis es eine Eingabe eines Abstellsignals bei S47 gibt. Durch S43-S46 wird die Pumpe 61 ein und aus geschaltet, um mit Unterbre-

chungen Wasser aus den Düsen 55 auf die Oberfläche der Kathode 3 für 3 Sekunden in jedem 10 Sekunden-Intervall einzuspritzen. Wenn die ermittelte Ablaßgastemperatur 50°C überschreitet (Nein bei S42) rückt die Prozedur zu S49 vor, wo in dieser Ausführungsform die ermittelte Ablaßgastemperatur mit einer weiteren höheren Referenztemperatur von 70°C verglichen wird. Wenn die Ablaßgastemperatur 70°C überschreitet (Nein bei S48), was auf irgendeine außerordentliche Reaktion oder Fehlfunktion in der Vorrichtung 1 schließen läßt, wird veranlaßt, die Vorrichtung 1 abzustellen, und die Alarmlampe 160 wird erleuchtet. Wenn die Ablaßgastemperatur höher als 50°C, jedoch niedriger als 70°C ist (Ja bei S48) wird die Pumpe 61 kontinuierlich über 10 Sekunden durch S49-S51 betrieben, um den Stapel 2 aktiver als im unterbrochenen Wasserzufuhrmodus zu kühlen, der durch die Operation durch S43-S46 ausgeführt wird. Wenn der Bediener den Zündschlüssel abstellt, um das Abstellenweisungssignal bei S47 oder S52 zu erzeugen, stellt die Steuereinheit 151 die Vorrichtung 1 ab.

Speziell auf den Ablaufplan der Fig. 7 bezugnehmend, beginnt die Abstellsteueroperation mit S61, wo das Relais 71 abgeschaltet wird, um den Stapel 2 vom Motor 77 zu trennen. Dann wird das Wasserstoffgaszufuhrventil 23 bei S62 geschlossen und wird das Wasserstoffgasablaßventil 33 bei S63 geschlossen. Diese Reihenfolge der Operation wird die Menge Wasserstoffgas minimieren, die noch in der Vorrichtung 1 verbleibt, nachdem sie abgestellt wird, die in der Nachreaktion verwendet werden würde. Das Gebläse 64 wird bei S64 abgeschaltet, nachdem die Zufuhr des Wasserstoffgases unterbrochen wird, was es erleichtert, die Elektrolytmembran 5 zu kühlen. Dann wird die Pumpe 61 abgeschaltet, um die Wasserzufuhr zum Stapel 2 bei S65 zu unterbrechen. Schließlich wird ein Hauptschalter zur Steuereinheit 151 bei S66 abgeschaltet.

Obwohl die vorliegende Erfindung in Verbindung mit spezifischen Ausführungsformen derselben beschrieben worden ist, ist zu verstehen, daß sie zu einer beträchtlichen Variation und Modifikation fähig ist, ohne den Rahmen der beigefügten Ansprüche zu verlassen. Zum Beispiel ist die Wassersprühdüse vorzugsweise am Lufteinlaßverteiler an der Kathode angebracht, kann aber an jedem Ort und in jeder Entfernung von der Kathode vorgesehen werden, soweit sie der Kathode flüssiges Wasser zuführen kann. Wenn das Brennstoffzellensystem in einer Fabrik oder im Haushalt installiert ist, kann es an Wasserwerke gekoppelt werden, so daß Stadtwater der Kathode zugeführt wird.

Patentansprüche

1. Brennstoffzellensystem, das aufweist: eine oder mehrere Brennstoffzellen, die jeweils eine Anode, eine Kathode und eine Elektrolytmembran, die zwischen der Anode und der Kathode angeordnet ist, aufweisen; erste Gaszufuhreinrichtungen, um ein erstes Gas, das Brennstoffgas enthält, der Anode zuzuführen; zweite Gaszufuhreinrichtungen, um ein zweites Gas, das Sauerstoff enthält, der Kathode zuzuführen; Zufuhreinrichtungen für flüssiges Wasser, um flüssiges Wasser der Oberfläche der Kathode zuzuführen; und Steuereinrichtungen zum Steuern des Betriebs der zweiten Gaszufuhreinrichtungen und der Zufuhreinrichtungen für flüssiges Wasser, so daß, wenn das System anfährt, die Kathode zuerst der Zufuhr des zweiten Gases ausgesetzt wird, gefolgt von der Zufuhr des flüssigen Wassers.
2. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, wobei die Zufuhreinrichtungen für flüssiges Wasser das flüssige Wasser während des Anfahrbetriebs des Systems kontinuierlich zuführen.

nuierlich zuführen.

3. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, wobei die Zufuhreinrichtungen für flüssiges Wasser das flüssige Wasser während des Anfahrbetriebs des Systems für eine vorherbestimmte Periode zuführen.

4. Brennstoffzellensystem, das aufweist: eine oder mehrere Brennstoffzellen, die jeweils eine Anode, eine Kathode und eine Elektrolytmembran, die zwischen der Anode und der Kathode angeordnet ist, aufweisen; erste Gaszufuhreinrichtungen, um ein erstes Gas, das Brennstoffgas enthält, der Anode zuzuführen; zweite Gaszufuhreinrichtungen, um der Kathode ein zweites Gas, das Sauerstoff enthält, zuzuführen; Zufuhreinrichtungen für flüssiges Wasser, um der Oberfläche der Kathode flüssiges Wasser zuzuführen; Sensoreinrichtungen, um mindestens, wenn das System anfährt, die Wasserzufuhrleistung der Zufuhreinrichtungen für flüssiges Wasser zu ermitteln; und Steuereinrichtungen zum Aussetzen oder Unterbrechen des Betriebs des Systems, wenn die Sensoreinrichtungen ermitteln, daß die Wasserzufuhrleistung der Zufuhreinrichtungen für flüssiges Wasser unter einen vorherbestimmten minimalen Pegel vermindert wird.

5. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 4, wobei die Zufuhreinrichtungen für flüssiges Wasser einen Wassertank aufweisen, die Sensoreinrichtungen einen Wasserstandsensor aufweisen, der einen Wasserstand im Wassertank ermittelt, und die Steuereinrichtungen den Systembetrieb aussetzen oder unterbrechen, wenn der Wasserstand im Wassertank, der durch den Wasserstandsensor ermittelt wird, unter einen vorherbestimmten minimalen Wasserstand vermindert wird.

6. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 4 oder 5, wobei, wenn festgestellt wird, daß die Wasserzufuhrleistung der Zufuhreinrichtungen für flüssiges Wasser, die durch die Sensoreinrichtungen ermittelt wird, sich unter einen vorherbestimmten minimalen Pegel befindet, die Steuereinrichtungen ein Signal an Alarminrichtungen abgeben, die irgendein sichtbares oder hörbares Alarmzeichen ausgeben, um einen Bediener des Systems zu drängen, flüssiges Wasser in den Zufuhreinrichtungen für flüssiges Wasser nachzufüllen.

7. Brennstoffzellensystem, das aufweist: eine oder mehrere Brennstoffzellen, die jeweils eine Anode, eine Kathode und eine Elektrolytmembran, die zwischen der Anode und der Kathode angeordnet ist, aufweisen; Brennstoffgaszufuhreinrichtungen, um ein Brennstoffgas der Anode zuzuführen; Brennstoffgasablaßeinrichtungen zum Ablassen des Brennstoffgases von der Anode; und Steuereinrichtungen zum Steuern des Betriebs der Brennstoffgaszufuhreinrichtungen und der Brennstoffgasablaßeinrichtungen so daß, wenn das System anfährt, die Brennstoffgasablaßeinrichtungen für eine vorherbestimmte Periode geöffnet und dann geschlossen werden, wobei die Gaszufuhreinrichtungen die kontinuierliche Zufuhr des Brennstoffgases nach dem Öffnen der Brennstoffgasablaßeinrichtungen starten.

8. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 7, das ferner Zufuhreinrichtungen für flüssiges Wasser aufweist, um der Oberfläche der Kathode flüssiges Wasser zuzuführen, wobei die Zufuhreinrichtungen für flüssiges Wasser durch die Steuereinrichtungen gesteuert werden, um die Zufuhr des flüssigen Wassers auf die Oberfläche der Kathode vor dem Öffnen der Brennstoffgasablaßeinrichtungen zu starten.

9. Brennstoffzellensystem, das aufweist: eine oder mehrere Brennstoffzellen, die jeweils eine Anode, eine Kathode und eine Elektrolytmembran, die zwischen

der Anode und der Kathode angeordnet ist, aufweisen;
 erste Gaszuführeinrichtungen, um ein erstes Gas, das
 Brennstoffgas enthält, der Anode zuzuführen; zweite
 Gaszuführeinrichtungen, um ein zweites Gas, das Sau-
 erstoff enthält, der Kathode zuzuführen; Zuführeinrich- 5
 tungen für flüssiges Wasser, um der Oberfläche der Ka-
 thode flüssiges Wasser zuzuführen; Sensoreinrichtun-
 gen zum Ermitteln einer Temperatur eines Gases, das
 aus den Brennstoffzellen abgelassen wird; und Steuer-
 einrichtungen, die auf die Ermittlung durch die Sensor- 10
 einrichtungen ansprechen, um den Betrieb der Zuführ-
 einrichtungen für flüssiges Wasser so zu steuern, daß
 das flüssige Wasser der Oberfläche der Kathode nur
 dann zugeführt wird, wenn die Sensoreinrichtungen er-
 mitteln, daß das Abgas aus den Brennstoffzellen 15
 eine Temperatur aufweist, die unter einer ersten vorher-
 bestimmten Temperatur liegt, während das System in
 Betrieb ist.

10. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 9, wobei
 die Zuführeinrichtungen für flüssiges Wasser arbeiten, 20
 um kontinuierlich der Oberfläche der Kathode das flüs-
 sige Wasser zuzuführen, wenn die Sensoreinrichtungen
 ermitteln, daß das Abgas aus den Brennstoffzellen
 eine Temperatur aufweist, die über der ersten vorherbe-
 stimmten Temperatur, aber noch unter einer zweiten 25
 vorherbestimmten Temperatur liegt.

11. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 9, wobei
 die Steuereinrichtungen den Betrieb des Systems unter-
 brechen, wenn die Sensoreinrichtungen ermitteln, daß 30
 das Abgas aus den Brennstoffzellen eine Tempera-
 tur aufweist, die über der zweiten vorherbestimmten
 Temperatur liegt.

12. Brennstoffzellensystem, das aufweist: eine oder
 mehrere Brennstoffzellen, die jeweils eine Anode, eine
 Kathode und eine Elektrolytmembran, die zwischen 35
 der Anode und der Kathode angeordnet ist, aufweisen;
 erste Gaszuführeinrichtungen, um ein erstes Gas, das
 Brennstoffgas enthält, der Anode zuzuführen; Brenn-
 stoffgasablaßeinrichtungen zum Ablassen des Brenn-
 stoffgases von der Anode; zweite Gaszuführeinrichtun- 40
 gen, um ein zweites Gas, das Sauerstoff enthält, der
 Kathode zuzuführen; Zuführeinrichtungen für flüssiges
 Wasser, um der Oberfläche der Kathode flüssiges Was-
 ser zuzuführen; und Steuereinrichtungen zum Steuern
 des Betriebs des Systems, so daß, wenn das System ab- 45
 gestellt werden soll, die ersten Gaszuführeinrichtun-
 gen, dann die Brennstoffgasablaßeinrichtungen und
 dann die Zuführeinrichtungen für flüssiges Wasser in
 dieser Reihenfolge abgestellt werden.

13. Verfahren zum Betrieb eines Brennstoffzellensy- 50
 stems nach einem der Ansprüche 1 bis 12.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

- Leerseite -

FIG.1

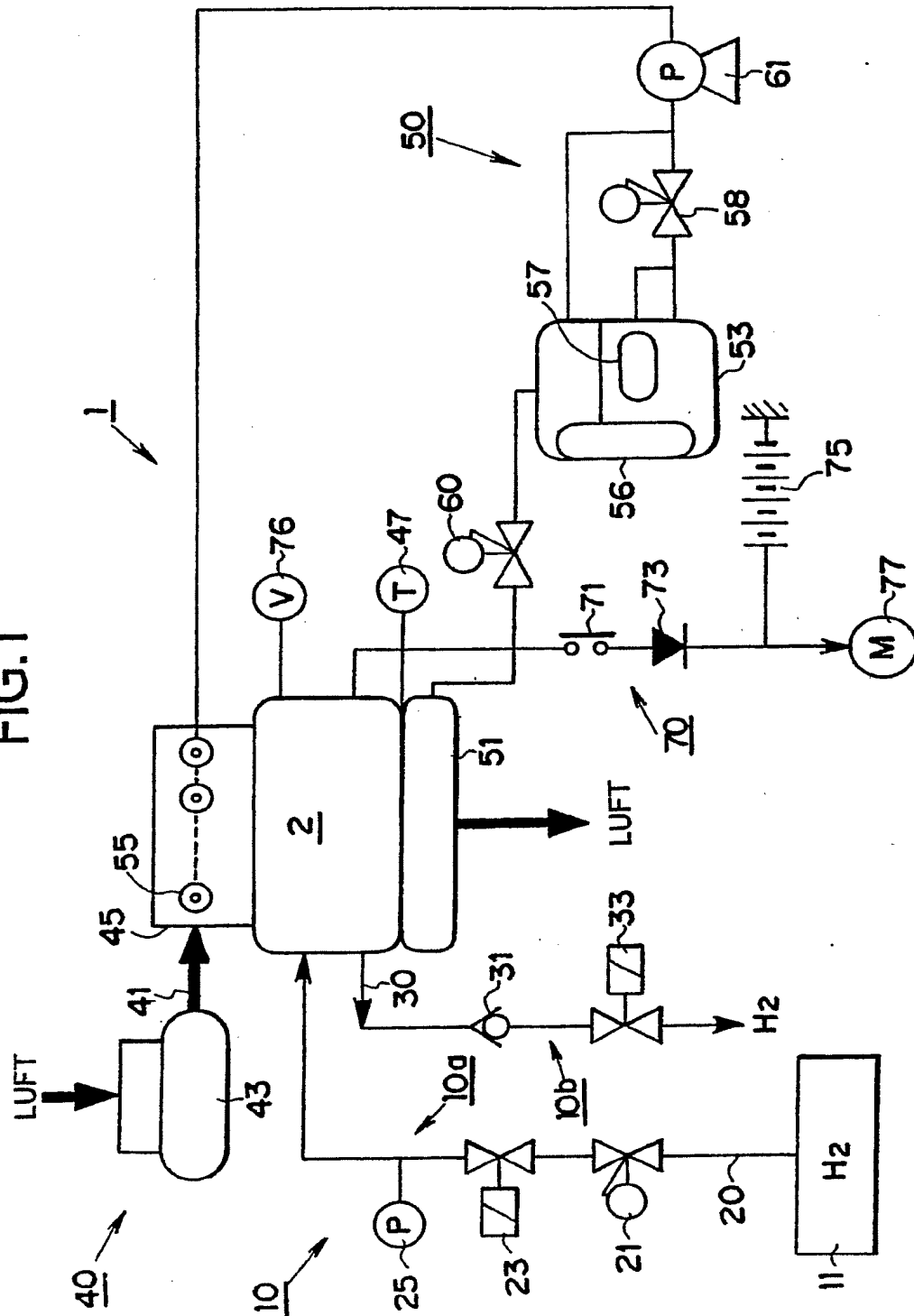


FIG.2

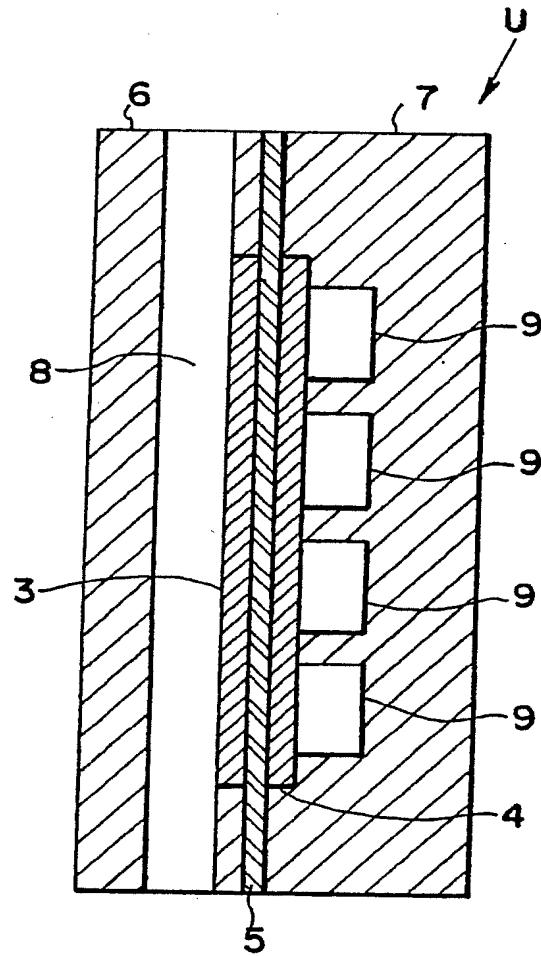


FIG.3

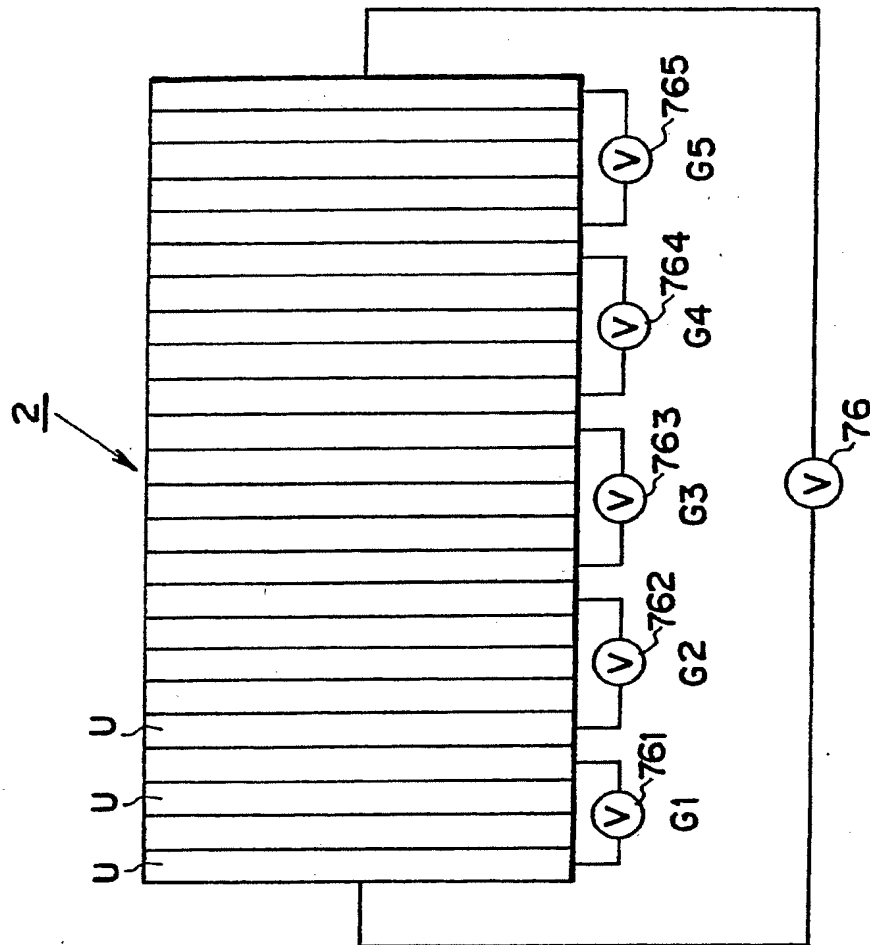


FIG.4

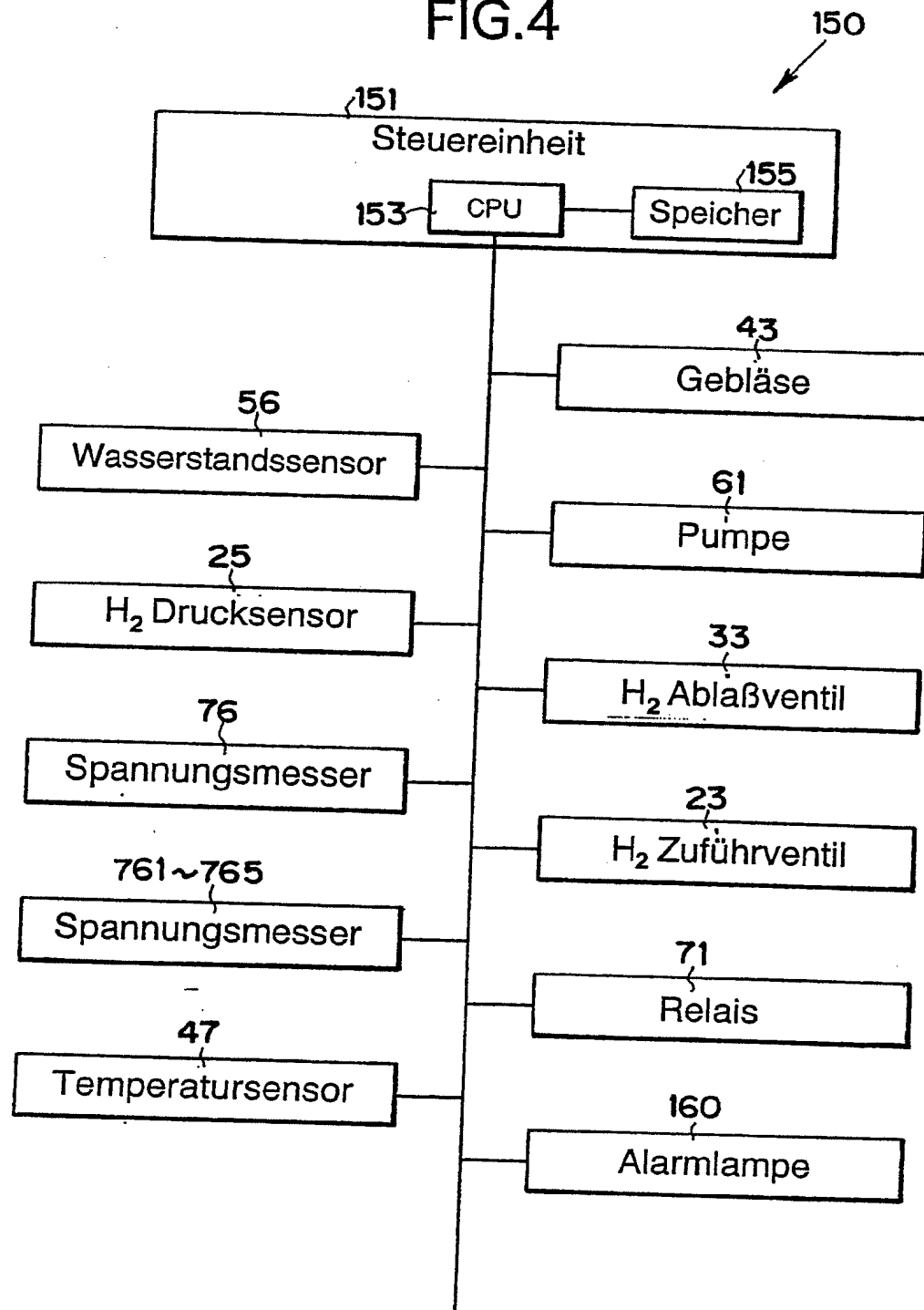


FIG.5

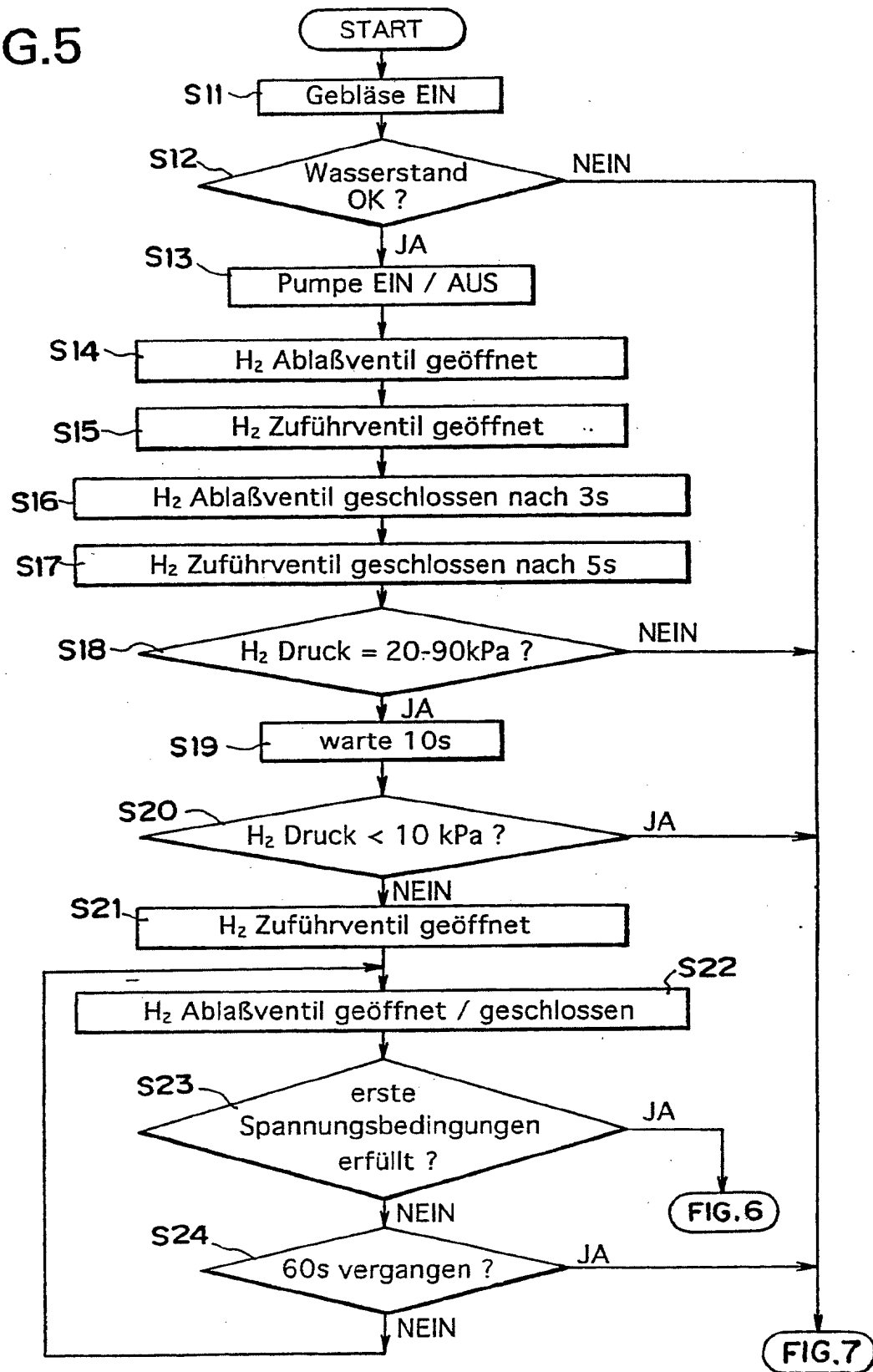


FIG.6

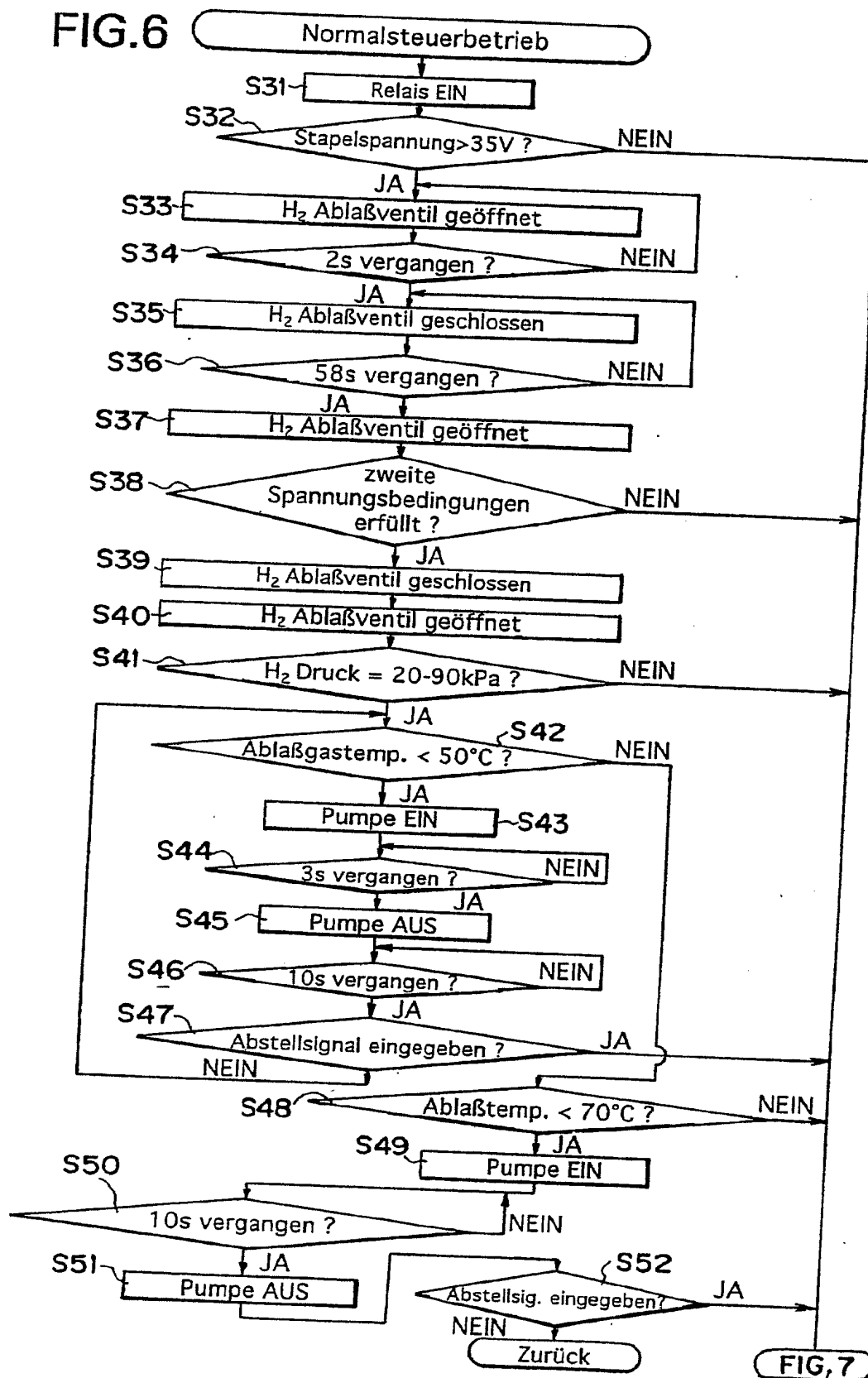


FIG.7

